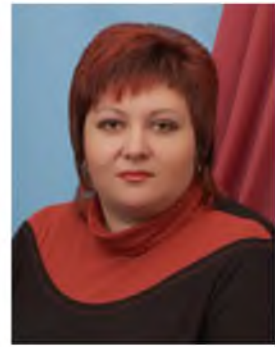




**О. І. Заболотний**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва

УДК 633.15:632.954:631.811.98



**І. Б. Леонтюк**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва



**О. В. Голодрига**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва



**А. В. Заболотна**  
кандидат с.-г. наук, ст. викладач  
кафедри технології зберігання  
і переробки плодів та овочів  
Уманського національного  
університету садівництва

## ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ГЕРБІЦИДУ ТРОФІ 90

**Анотація.** Стаття присвячена дослідженню впливу застосування норм гербіциду Трофі 90 на вміст фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи та на показник чистої продуктивності фотосинтезу посівів культури. Встановлено, що норми препарату мають різний вплив на величину досліджуваних показників. Серед варіантів досліду із внесенням різних норм гербіциду найбільш ефективною у плані зростання досліджуваних показників виявилася норма препарату 2,5 л/га. У цьому варіанті досліду вміст суми хлорофілів (a+b) перевищував контроль I (без застосування гербіциду і ручних прополювань) на 15–19%, а показник чистої продуктивності фотосинтезу – на 18–22%. Проведення постійних ручних прополювань мало дещо кращу ефективність. Проведений регресійний аналіз виявив тісний кореляційний зв'язок між вмістом суми хлорофілів (a+b) та показником чистої продуктивності фотосинтезу, що описується рівнянням регресії:  $y = 0,38x + 0,74$ , де  $y$  – вміст суми хлорофілів (a+b) у листках рослин кукурудзи, мг/г сирої речовини;  $x$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу.

**Ключові слова:** кукурудза, гербіцид Трофі 90, хлорофіл, каротиноїди, чиста продуктивність фотосинтезу, кореляція.

**А. І. Заболотный**

кандидат с.-х. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

**І. Б. Леонтюк**

кандидат с.-х. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

**О. В. Голодрига**

кандидат с.-х. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

**А. В. Заболотная**

кандидат с.-х. наук, старший преподаватель кафедри технології хранения и переработки плодов и овощей Уманського національного університету садівництва

### ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КУКУРУЗЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДА ТРОФИ 90

**Аннотация.** Статья посвящена исследованию влияния применения норм гербицида Трофи 90 на содержание фотосинтетических пигментов в листьях кукурузы и на показатель чистой продуктивности фотосинтеза посевов культуры. Установлено, что нормы препарата имеют разное влияние на величину исследуемых показателей. Среди вариантов опыта с внесением разных норм гербицида наиболее эффективной в плане увеличения исследуемых показателей была норма препарата 2,5 л/га. В этом варианте опыта содержание суммы хлорофиллов (a+b) превышало контроль I (без применения гербицида и ручных прополок) на 15–19%, а показатель чистой продуктивности фотосинтеза – на 18–22%. Применение постоянных ручных прополок имело несколько лучшую эффективность. Проведенный регрессионный анализ определил тесную корреляционную связь между содержанием суммы хлорофиллов (a+b) в листьях растений кукурузы и показателем чистой продуктивности фотосинтеза, которое описывается уравнением регрессии:  $y = 0,38x + 0,74$ , где  $y$  – содержание суммы хлорофиллов в листьях кукурузы, мг/г сырого вещества;  $x$  – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м<sup>2</sup> за сутки.

**Ключевые слова:** кукуруза, гербицид Трофи 90, хлорофилл, каротиноиды, чистая продуктивность фотосинтеза, корреляция.

**A. I. Zabolotnyi**

PhD of agricultural sciences, associate professor the department of biology Uman National University of Horticulture

**I. B. Leontyuk**

PhD of agricultural sciences, associate professor the department of biology Uman National University of Horticulture

**O. V. Golodriha**

PhD of agricultural sciences, associate professor the department of biology Uman National University of Horticulture

**A. V. Zabolotnaya**

PhD of agricultural sciences, senior lecturer the department of technology of storage and processing of fruits and vegetables Uman National University of Horticulture

**THE PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF MAIZE UNDER THE APPLICATION OF TROPHY 90 HERBICIDE**

**Abstract.** *In today's conditions to achieve appreciable performance increase of agricultural crops impossible without reliable protection of their sowing from weeds. Now the really effective measure for weed control is the use of modern combined herbicides with several active ingredients and small application rules.*

*However herbicides being physiologically active substances influence to agricultural crops which although not belonging to the target sites to action of preparations but in conditions of agroecosis their undergo to phytotoxic effects, accompanied by multi-directional violations of physiological functions, including changes in the contents of photosynthetic pigments. This in turn has a influence to value of the net productivity of photosynthesis. Because from the magnitude of the above parameters in direct proportion is the level a productivity of culture the objective of our research was to establish the value of change under the applications of herbicide Trophy 90 content of chlorophylls and carotenoids in maize leaves and value of photosynthesis net productivity.*

*It is found that value the studied parameters depended both on the rules applying herbicide and weather conditions during the growth of maize, because they was differed during the research period. The most favorable for the growth of maize and thus the accumulation of pigment and formation a net productivity of photosynthesis parameter was 2011 year. However although the indicator of chlorophyll and net productivity of photosynthesis was different in the years of research, but the dependent of formation their values under the herbicide application rules was maintained.*

*Among the variants of experiment with the application of different rules of herbicide most effective in terms of increase a studied parameters was the rule of preparation of 2.5 l/ha. In this variant of experiment the content of chlorophyll sum (a+b) higher than the control I (without the use of herbicides and hand weeding) at 15–19%, and the value of net productivity of photosynthesis – by 18–22%. In other variants of the experiment, the value of studied parameters was lower. The hand weeding has a slightly better efficiency.*

*The conducted of regression analysis revealed a close correlation between the amount of chlorophyll content (a+b) and the net productivity of photosynthesis which is described as a regression equation:  $y = 0,38x + 0,74$  where  $y$  – the content of the sum of chlorophyll (a+b) in leaves of maize plants, mg/g of wet substances;  $x$  – the net productivity of photosynthesis  $g/m^2$  per day.*

*Consequently the use of herbicide Trophy 90 has a positive effect to the increase of content of photosynthetic pigments and value of net productivity of photosynthesis, especially in norm 3.5 l/ha. At the same time although the variant with hand weeding was showed slightly better results, but its use in industrial scale is unlikely under present conditions and requirements, as it can not ensure prompt and timely removing of weeds from maize sowing and too costly and unproductive.*

**Keywords:** *maize, herbicide Trophy 90, chlorophyll, carotenoids, net productivity of photosynthesis, correlation.*

**Постановка проблеми.** В умовах сьогодення досягти відчутного приросту продуктивності сільськогосподарських культур неможливо без надійного захисту їх посівів від бур'янів. Нині справді дієвим заходом боротьби з бур'янами є застосування сучасних гербіцидів, що дають змогу знищити бур'яни своєчасно та в короткий проміжок часу. Однак гербіциди, будучи фізіологічно активними речовинами, впливають і на культурні рослини, які хоч і не належать до цільових об'єктів дії препаратів, проте в умовах агроценозу зазнають їх фітотоксичного впливу, що супроводжується різноспрямованими порушеннями фізіологічних функцій, у тому числі і функціонування фотосинтетичного апарату [1–3]. Це, в свою чергу, впливає на величину показника чистої продуктивності фотосинтезу.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вивчення асиміляційних структур рослин і, перш за все, пігментів – хлорофілів та каротиноїдів (головних фоторецепторів рослинних клітин) має важливе значення для аналізу взаємодії рослин з умовами середовища та дослідження адаптації їх до різних чинників. Відомо, що у рослинних організмах вміст хлорофілу є чутливим індикатором інтенсивності фотосинтезу та одним з найважливіших показників, які визначають кількість та якість урожаю, що є особливо показовим за дії різноманітних чинників на рослини [4].

В останні роки сформувались уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії факторів, у тому числі гербіцидів, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів та їх функціональну активність [5]. Тому дослідження динаміки накопичення хлорофілу в листках рослин під впливом хімічних і біологічних факторів має велике значення, оскільки його вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу і низку інших фі-

зіологічних процесів. Як встановлено дослідженнями З. М. Грицаєнко з співавторами [6, 7], Kim D. з співавторами [8] та Kreuz K. [9], на синтез хлорофілу в значній мірі можуть впливати гербіциди, які залежно від виду препарату та норм внесення, сприяють підвищенню або зниженню його вмісту у листках сільськогосподарських культур.

Іншими дослідженнями з'ясовано, що гербіциди також здатні певним чином впливати на фотосинтетичний процес у культурних рослинах, про що свідчать зміни флуоресценції хлорофілу та порушення співвідношення хлорофілів a/b у листках пшениці за дії параквату [10], зниження вмісту пігментів у лисках редису за дії норфлуразону [11]. На противагу цьому, М. П. Радченко з співавторами [12] стверджує, що за дії гербіцидів у посівах сої спостерігалась тенденція до зростання вмісту хлорофілів у листках культури на 19-ту добу після внесення, що може свідчити про прояв компенсаторного ефекту.

Крім вмісту фотосинтетичних пігментів, до факторів, що зумовлюють створення високого біологічного врожаю, належить чиста продуктивність фотосинтезу. За даними З. М. Грицаєнко і О. В. Голодриги [13], при застосуванні 2,0 л/га гербіциду Тарги супер чиста продуктивність фотосинтезу сої склала 6,23  $g/m^2$  за добу при 4,54  $g/m^2$  за добу в контрольному варіанті. Використання у посівах пшениці озимої гербіциду Дікопур у нормі 7,0 л/га забезпечувало зростання продуктивності фотосинтезу до 7,7  $g/m^2$  за добу при 7,3  $g/m^2$  за добу в контролі без застосування препаратів [14].

**Мета статті.** У зв'язку з вищенаведеним, метою статті було дослідження змін за дії гербіциду Трофі 90 вмісту фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи та рівня чистої продуктивності фотосинтезу її рослин.

**Методика дослідження.** Досліди виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету садівництва в посівах кукурудзи гібриду Харківський 295 МВ впродовж 2011–2013 рр. Гербіцид Трофі 90 у нормах 1,5; 2,5 і 3,5 л/га вносили після посіву кукурудзи але до появи її сходів. Повторність досліду – триразова. Ґрунт – чорнозем опідзолений важкосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі 3,2–3,3%. Ступінь насиченості профілю ґрунту основами в межах 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла (рНксл 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – 120–132 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг ґрунту [15].

Гербіцид вносили обприскувачем ОГН–600 з витратою робочого розчину 200 л/га. Вміст хлорофілів у листках кукурудзи визначали за загальноприйнятими методиками [16]. Визначення чистої продуктивності фотосинтезу виконували за методикою А.О. Ничипоровича [17].

**Основні результати дослідження.** Визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи у фазі викидання волоті показало, що цей показник у варіантах досліду був різним. Він залежав від умов, що склалися у певному варіанті досліду при внесенні різних норм гербіциду або проведенні ручних прополювань. Також вміст пігментів був різним і у роки досліджень, що залежало від кліматичних умов у вегетаційний період. Так, умови 2011 року були більш сприятливими для росту і розвитку рослин кукурудзи у порівнянні з 2012 і 2013 рр., що також вплинуло і на вміст пігментів у листках культури. Зокрема, в 2011 році у контролі I вміст суми хлорофілів (a+b) становив 2,49 мг/г сирової маси, хлорофілу a – 1,67 мг/г сирової маси, хлорофілу b – 0,82 мг/г сирової маси, каротиноїдів – 1,36 мг/г сирової маси. У 2012 році ці показники склали відповідно 2,33; 1,58; 0,75 і 1,30 мг/г сирової маси, а у 2013 році – 2,36; 1,60; 0,76 і 1,31 мг/г сирової маси.

У 2011 році серед усіх варіантів досліду найвищий вміст суми хлорофілів (a+b) був у разі проведення ручних прополювань – 2,92 мг/г сирової маси, що на 0,43 мг/г сирової маси перевищувало контроль I і при НІР<sub>05</sub> 0,24 мг/г сирової маси є достовірним (табл. 1).

При внесенні різних норм Трофі 90 вміст хлорофілів також перевищував контроль I, однак меншою мірою, ніж у варіанті з ручними прополюваннями. Очевидно, дія гербіциду дещо пригнічувала і рослини культури. Так, зокрема, за внесення 1,5 л/га препарату вміст суми хлорофілів (a+b) перевищував контроль I на 0,25 мг/г сирової маси, при застосуванні 2,5 л/га цей показник був найвищим серед варіантів досліду із застосуванням гербіциду – на 0,39 мг/г сирової маси більше за контроль I, а при збільшенні норми препарату до 3,5 л/га вміст пігментів знижувався проти попередньої норми, хоча і перевищував контроль I на 0,28 мг/г сирової маси. Дані є достовірними за НІР<sub>05</sub> 0,24 мг/г сирової маси.

Вміст хлорофілу a та хлорофілу b у 2011 році також змінювався у залежності від варіанту досліду, і ці зміни відбувалися аналогічно до змін вмісту суми хлорофілів (a+b). Так, зокрема, вміст хлорофілу a за проведення ручних прополювань перевищував контроль I на 0,27 мг/г сирової маси, а за внесення 2,5 л/га Трофі 90 – на 0,26 мг/г сирової маси при НІР<sub>05</sub> 0,13 мг/г сирової маси. Вміст хлорофілу b у цих варіантах досліду був відповідно на 0,16 та 0,13 мг/г сирової маси більше за контроль I при НІР<sub>05</sub> 0,06 мг/г сирової маси. В інших варіантах досліду вміст хлорофілу a та хлорофілу b хоча і перевищував контроль I, однак меншою мірою, ніж у наведених варіантах.

Визначення вмісту каротиноїдів у 2011 році показало, що при постійних ручних прополюваннях цей показник зріс проти контролю I на 0,16 мг/г сирової маси (при НІР<sub>05</sub> 0,07 мг/г сирової маси). У разі внесення 1,5 л/га гербіциду Трофі вміст каротиноїдів перевищував контроль I на 0,17 мг/г сирової маси, при застосуванні 2,5 л/га – на 0,13 та при 3,5 л/га – на 0,09 мг/г сирової маси (достовірно за НІР<sub>05</sub> 0,07 мг/г сирової маси).

Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів у 2012 році виявило, що він був найнижчим за три роки досліджень, що можна пояснити більш спекотним вегетаційним періодом та меншою кількістю опадів у порівнянні з 2011 та 2013 роками. Однак зміни вмісту пігментів у варіантах досліду відбувалися аналогічно до 2011 року. Найвищими показниками вмісту пігментів були також при ручних прополюваннях та при внесенні гербіциду у нормі 2,5 л/га (табл. 2).

Таблиця 1

**Вплив гербіциду Трофі 90 на вміст фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи у фазі викидання волоті (мг/г сирової маси), 2011 р.**

Варіант досліду	a+b	a	b	каротиноїди
Без гербіциду (контроль I)	2,49	1,67	0,82	1,36
Без гербіциду + ручні прополювання (контроль II)	2,92	1,94	0,98	1,52
Трофі 90 1,5 л/га	2,74	1,88	0,86	1,43
Трофі 90 2,5 л/га	2,88	1,93	0,95	1,49
Трофі 90 3,5 л/га	2,77	1,89	0,88	1,45
НІР <sub>05</sub>	0,24	0,13	0,06	0,07

Таблиця 2

**Вплив гербіциду Трофі 90 на вміст фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи у фазі викидання волоті (мг/г сирової маси), 2012 р.**

Варіант досліду	a+b	a	b	каротиноїди
Без гербіциду (контроль I)	2,33	1,58	0,75	1,30
Без гербіциду + ручні прополювання (контроль II)	2,83	1,88	0,95	1,42
Трофі 90 1,5 л/га	2,57	1,73	0,84	1,34
Трофі 90 2,5 л/га	2,74	1,82	0,92	1,40
Трофі 90 3,5 л/га	2,60	1,74	0,86	1,36
НІР <sub>05</sub>	0,12	0,24	0,07	0,11

Так, вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) у цих варіантах дослідження становив відповідно 2,83 та 2,74 мг/г сирової маси проти 2,33 у контролі I (достовірно за  $HIP_{05}$  0,12 мг/г сирової маси); вміст хлорофілу  $a$  перевищував контроль I відповідно на 0,30 та 0,24 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,24 мг/г сирової маси); вміст хлорофілу  $b$  – відповідно на 0,20 і 0,17 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,07 мг/г сирової маси); вміст каротиноїдів – відповідно на 0,12 та 0,10 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,11 мг/г сирової маси).

Така ж залежність вмісту фотосинтетичних пігментів у варіантах дослідження спостерігалась і у 2013 році (табл. 3). Зокрема, при ручних прополюваннях та при внесенні гербіциду у нормі 2,5 л/га вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) становив відповідно 2,87 та 2,79 мг/г сирової маси проти 2,36 у контролі I (достовірно за  $HIP_{05}$  0,19 мг/г сирової маси); вміст хлорофілу  $a$  перевищував контроль I відповідно на 0,30 та 0,26 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,13 мг/г сирової маси); вміст хлорофілу  $b$  – відповідно на 0,21 і 0,17 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,05 мг/г сирової маси); вміст каротиноїдів – відповідно на 0,14 та 0,11 мг/г сирової маси (достовірно за  $HIP_{05}$  0,11 мг/г сирової маси).

Визначення показника чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) у фазі викидання волоті виявило, що його величина, як і вміст фотосинтетичних пігментів, залежала від умов вегетаційного періоду у роки досліджень. Оскільки умови 2011 року були більш сприятливими у порівнянні з 2012 і 2013 роками, то, відповідно, і показник ЧПФ у 2011 році перевищував чисту продуктивність фотосинтезу у порівнянні з іншими роками досліджень (4,85 г/м<sup>2</sup> за добу у контролі I – у 2011 році проти 4,33 і 4,65 за 2012 і 2013 роки) (табл. 4).

Найвищий показник ЧПФ був при постійному прополюванні посівів, оскільки тут створювалися найбільш сприятливі умови для росту культури завдяки відсутності бур'янів.

Серед варіантів дослідження з дією Трофі 90 показник ЧПФ змінювався залежно від зменшення частки бур'янів у посівах кукурудзи за дії гербіциду. Однак, хоча частка бур'янів при внесенні різних норм препарату була найменшою при дії 3,5 л/га, ця норма не так активно сприяла формуванню показника ЧПФ у порівнянні з меншими нормами препарату.

У 2011 і 2012 роках залежність формування показника ЧПФ від норм внесення гербіциду була такою ж, як і формування площі листової поверхні. Найбільший показник чистої продуктивності фотосинтезу серед варіантів дослідження із внесенням різних норм гербіциду був при дії 2,5 л/га Трофі 90 – 5,71 г/м<sup>2</sup> за добу проти 4,85 у контролі I, що істотно за  $HIP_{05}$  0,23 г/м<sup>2</sup> за добу у 2011 році (табл. 3) та у 2012 році – 5,27 г/м<sup>2</sup> за добу проти 4,33 у контролі I, що істотно за  $HIP_{05}$  0,36 г/м<sup>2</sup> за добу.

При визначенні показника чистої продуктивності фотосинтезу у 2013 році встановлено, що серед усіх варіантів дослідження найбільше його значення було також у разі використання ручних прополювань – на 1,12 г/м<sup>2</sup> за добу (на 24%) більше за контроль I. Серед варіантів дослідження із внесенням різних норм гербіциду найвищі значення показника ЧПФ були при дії 2,5 л/га гербіциду – на 0,97 г/м<sup>2</sup> за добу (на 21%) більше за контроль I при  $HIP_{05}$  0,43 г/м<sup>2</sup> за добу. В інших варіантах дослідження показник ЧПФ формувався менш активно: при дії 1,5 і 3,5 л/га гербіциду він перевищував контроль I відповідно на 0,50 і 0,25 г/м<sup>2</sup> за добу.

За допомогою регресійного аналізу встановлено тісний кореляційний зв'язок ( $r^2 = 0,86$ ) між вмістом суми хлорофілів ( $a+b$ ) у листках рослин кукурудзи та її чистою продуктивністю фотосинтезу, що описується наступним рівнянням регресії:

$$y = 0,38x + 0,74,$$

де  $y$  – вміст суми хлорофілів ( $a+b$ ) у листках рослин кукурудзи, мг/г сирової речовини;  $x$  – чиста продуктивність фотосинтезу, г/м<sup>2</sup> за добу (рис 1).

Таблиця 3  
Вплив гербіциду Трофі 90 на вміст фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи у фазі викидання волоті (мг/г сирової маси), 2013 р.

Варіант дослідження	a+b	a	b	каротиноїди
Без гербіциду (контроль I)	2,36	1,60	0,76	1,31
Без гербіциду + ручні прополювання (контроль II)	2,87	1,90	0,97	1,45
Трофі 90 1,5 л/га	2,63	1,78	0,85	1,37
Трофі 90 2,5 л/га	2,79	1,86	0,93	1,42
Трофі 90 3,5 л/га	2,68	1,80	0,88	1,39
$HIP_{05}$	0,19	0,13	0,05	0,11

Таблиця 4  
Вплив гербіциду Трофі 90 на показник ЧПФ кукурудзи у фазі викидання волоті (г/м<sup>2</sup> за добу)

Варіант дослідження	2011 р.		2012 р.		2013 р.	
	г/м <sup>2</sup> за добу	% до контролю	г/м <sup>2</sup> за добу	% до контролю	г/м <sup>2</sup> за добу	% до контролю
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	4,85	100	4,33	100	4,65	100
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	5,95	123	5,42	125	5,77	124
Трофі 90 1,5 л/га	5,26	108	4,83	112	5,15	111
Трофі 90 2,5 л/га	5,71	118	5,27	122	5,62	121
Трофі 90 3,5 л/га	5,10	105	4,65	107	4,90	105
$HIP_{05}$	0,23		0,36		0,43	

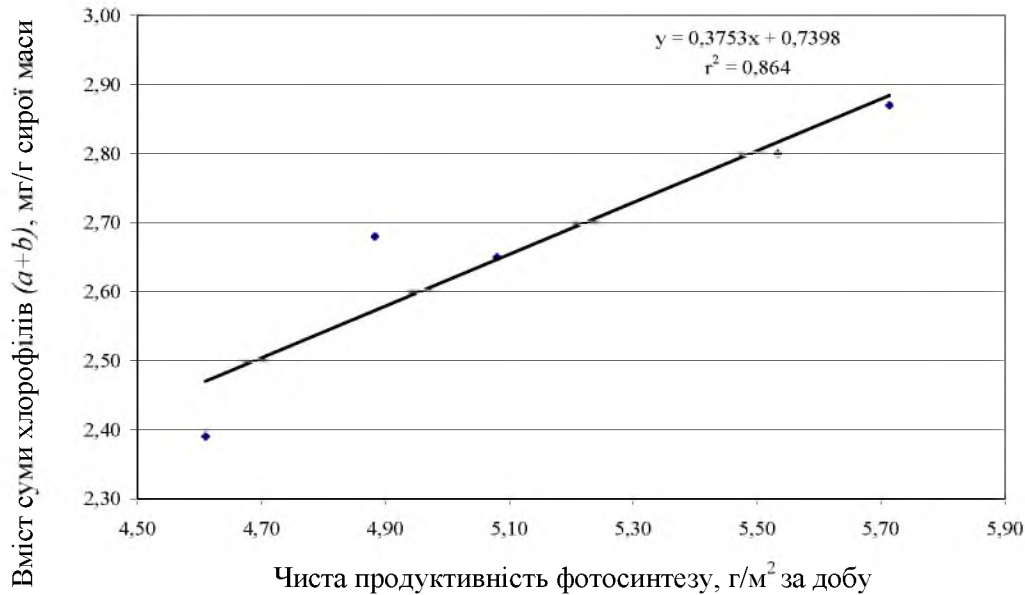


Рис. 1. Кореляційна залежність між вмістом хлорофілу в листках рослин кукурудзи та чистою продуктивністю фотосинтезу (середнє за 2011–2013 рр.)

**Висновки.** Отже, з аналізу отриманих експериментальних даних видно, що застосування норм гербіциду Трофі 90 та ручних прополовань за рахунок зниження в тій чи іншій мірі ступеня забур'яненості посівів кукурудзи має позитивний вплив на зростання вмісту фотосинтетичних пігментів у листках кукурудзи і, як наслідок, збільшення показника ЧПФ. Найвищий вміст суми хлорофілів (a+b), хлорофілу a, хлорофілу b та каротиноїдів, як і показника ЧПФ, відмічено у разі проведення ручних прополовань і дещо нижчий – при внесенні 2,5 л/га Трофі 90. Тобто в цих варіантах досліджу склалися найбільш оптимальні умови для росту і розвитку рослин кукурудзи, проходження їх основних фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі і накопичення фотосинтетичних пігментів. Однак використання ручного прополовання, яке показало дещо кращі результати, є недоцільним у виробничих масштабах.

**Література**

1. Хромих Н. О. Післядія гербіцидної обробки на окисно-відновну активність та вміст хлорофілу у рослин пшениці наступної генерації / Н. О. Хромих, Г. С. Россихіна-Галича, Ю. В. Лихолат // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 20. Біологія. – 2013. – випуск 5. – С. 81 – 88.
2. Спиридонов Ю. Я. Современные проблемы изучения гербицидов / Ю. Я. Спиридонов, С. Г. Жемчужин // Агрехимия. – 2010. – №7. – С. 73–91.
3. Kopsell D. A. Leaf tissue pigments and chlorophyll fluorescence parameters vary among sweet corn genotypes of differential herbicide sensitivity / D. A. Kopsell, G. R. Armel, K. R. Abney, J. J. Vargas // Pes. Biochem. and Physiol. – 2011. – Vol. 99, № 2. – P. 194–199.
4. Saglam A. The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress / A. Saglam, N. Saruhan, R. Terzi, A. Kadroglu // Физиология растений. – 2011. – Т. 58, №1. – С. 58–66.
5. Сивчев М. В. Фотохимическая активность хлоропластов и прочность связи хлорофилла в комплексе с культурных растений при действии гербицидов, заселения и биологических активных веществ / М. В. Сивчев // Физиология растений. – 1973. – Т. 20. – Вып. 6. – С. 1176–1181.
6. Грицаенко З. М. Вміст хлорофілу в листках озимої пшениці залежно від дії гербіцидів та біологічно-активних речовин / З. М. Грицаенко, Л. Я. Куш // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти: тези доповідей III Міжнародної конференції, 4–6 жовтня, 2007, Львів. – Львів: 2007. – С. 125–126.
7. Грицаенко З. М. Активність суміші вища. Вплив сумісного застосування гербіциду Базис із Зеастимуліном і Рексоліном на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи / З. М. Грицаенко, О. І. Заболотний // Карантин і захист рослин. – 2006. – № 5. – С. 18–19.
8. Kim D. Effects of sub-lethal doses of metsulfuron-methyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat / D. Kim, P. Brain, E. Marshall // Brighton Crop Prot. Conf. "Weed": Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune., Brighton, 17–20 Nov., 1997. Vol.2. – Famham, – 1997. – P. 669–670.
9. Kreuz K. Old enzymes for a new job / K. Kreuz, R. Tommasini, E. Martinoia // Plant Physiol. – 1996. – III. – P. 349–353.

10. Ekmekci Y. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats / Y. Ekmekci and S. Terzioglu // Pesticide Biochemistry and Physiology. – 2005. – Vol. 83, № 2–3. – P. 69–81.
11. Soeda T. Inhibition of pigment synthesis by 1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-hydroxypyrazole, norflurazon, and new herbicidal compounds in radish and flatsedge plants / T. Soeda, T. Uchida // Pes. Biochem. and Physiol. – 1987. – Vol. 29, № 1. – P. 35–42.
12. Радченко М. П. Вміст фотосинтетичних пігментів та ТБК-активних речовин у рослин сої за сумісного застосування гербіцидів та мікродобрив / М. П. Радченко, С. І. Сорокіна, Ж. З. Гуральчук, Є. Ю. Мордерер // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». –Том 26 (65). – 2013. – № 1. – С. 172–178.
13. Грицаенко З. М. Гербіциди і врожай / З. М. Грицаенко, О. В. Голодрига // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 7. – С. 21.
14. Леонтьук І. Б. Біологічні процеси в рослинах озимої пшениці залежно від застосування регулятора росту Емістим С і гербіциду Дікопуру / І. Б. Леонтьук // Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. праць Уманського ДАУ. – Умань, 2003. – С. 156–158.
15. Господаренко Г. М. Особливості удобрення ярого ячменю з підсівом коношини / Г. М. Господаренко // Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур / Зб. наук. пр. Уманського ДАУ, 2001. – С. 47–56.
16. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаенко З. М., Грицаенко А. О., Карпенко В. П. – К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. – 320 с.
17. Ничепорович А. А. Фотосинтез і теорія получения високих урожаев / А. А. Ничепорович. – М. : Из-во АН СССР, 1956. – 94 с.

**References**

1. Khromykh, N. O., Rossykhina-Galic, G. S., Lyholat, U. V. (2013). The aftereffect of herbicide treatment to redox activity and chlorophyll content in wheat plants of the next generation. Science magazine of National Pedagogical University nemes M. P. Dragomanov, 2013, Series 20. Biology, publication 5, pp. 81–88 (in Ukrainian).
2. Spiridonov, U. Y., Zhemchuzhyn, S. G. (2010). The modern problems of herbicides studying. Agrochemistry, 2010, no 7, pp. 73–91 (in Russian).
3. Kopsell, D. A., Armel, G. R., Abney, K. R., Vargas, J. J. (2011). Leaf tissue pigments and chlorophyll fluorescence parameters vary among sweet corn genotypes of differential herbicide sensitivity. Pes. Biochem. and Physiol, 2011, no 11, pp. 194–199 (in England).
4. Saglam, A., Saruhan, N., Terzi, R., Kadroglu, A. (2011). The relations between antioxidant enzymes and chlorophyll fluorescence parameters in common bean cultivars differing in sensitivity to drought stress. Journal of Plant Physiology, 2011, no 1, pp. 58–66 (in England).
5. Sivchev, M. V. Photochemical activity of chloroplasts and the bond strength of chlorophyll in the complex in cultivated plants by the action of herbicides, salinity and biologically active substances. Journal of Plant Physiology, 1973, no 6, pp. 1176–1181 (in Russian).
6. Hrytsayenko, Z. M., Kush, L. Y. The content of chlorophyll in leaves of winter wheat depending of the herbicide and biologically active substances. Proc. 3th Int. Symp. «Ontogenesis of plants in natural and transformed environment. Physiological, biochemical and ecological aspects». Lviv, 2007, pp. 125–126 (in Ukrainian).
7. Hrytsayenko, Z. M., Zabolotnyi, A. I. (2006). The activity of the mixture is higher. Effect of combined application of herbicide Basis with Zeastymulin and Rexolin to physiological processes in plants of maize. Quarantine and plants protection, 2006, no 5, pp. 18–19 (in Ukrainian).
8. Kim, D., Brain, P., Marshall, E. (1997). Effects of sub-lethal doses of metsulfuron-methyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat. Brighton Crop Prot. Conf. "Weed": Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune.

Brighton, 1997, pp. 669–670 (in England).

9. Kreuz, K., Tommasini, R., Martinoia, E. (1996). Old enzymes for a new job. *Plant Physiol*, 1996, no 3, pp. 349–353 (in England).

10. Ekmekci, Y., Terzioğlu, S. (2005). Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 2005, no 2–3, pp. 69–81 (in England).

11. Soeda, T., Uchida, T. (1987). Inhibition of pigment synthesis by 1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-hydroxypyrazole, norflurazon, and new herbicidal compounds in radish and flattedge plants. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 1987, no 1, pp. 35–42 (in England).

12. Radchenko, M. P., Sorokina, S. I., Huralchuk S. J., Morderer, E. Y. (2013). The content of photosynthetic pigments and TBA-active substances in soybean plants by joint application of herbicides and micronutrients. The researchers note Tauride National University names V. I. Vernadsky. Series «Biology, chemistry», 2013, no 1, pp. 172–178 (in Ukrainian).

13. Hrytsayenko, Z. M., Golodriha, O. V. Herbicides and harvest. Quarantine and

plants protection, 2004, no 7, p. 21 (in Ukrainian).

14. Leontyuk, I. B. (2003). Biological processes in plants of winter wheat depending by the application of growth regulators Emistim C and herbicides Dikopur. *Biological Sciences and crop problems: Coll. Science. works of Uman SAU*, 2003, pp. 156–158 (in Ukrainian).

15. Hospodarenko, G. M. (2001). Peculiarities of fertilization of spring barley with clover overseeding. The efficiency of chemical means in increasing productivity of agricultural crops. *Coll. Science. works of Uman SAU*, 2001, pp. 47–56 (in Ukrainian).

16. Hrytsayenko, Z. M., Hrytsayenko, A. A., Karpenko, V. P. (2003). Methods of biological and agrochemical researches of plants and soils. Kyiv: «Nichlava», 2003, 230 p. (in Ukrainian).

17. Nicheporovich, A. A. (1956). Photosynthesis and theory of obtain the high yields. Moscow: Edition by the Academy of Sciences of the USSR, 1956, 94 p. (in Russian).



**І. Б. Леонтюк**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва

УДК 581.141:581.165.7:577.15:633.11:633.34



**О. В. Голодрига**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва



**О. І. Заболотний**  
кандидат с.-г. наук,  
доцент кафедри біології  
Уманського національного  
університету садівництва

## ВПЛИВ ІНОКУЛЯЦІЇ НАСІННЯ НА АКТИВНІСТЬ АНТИОКСИДАНТНИХ ФЕРМЕНТІВ КЛАСУ ОКСИДОРЕДУКТАЗ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА СОЇ

**Анотація.** Представлено результати досліджень з вивчення впливу інокуляції насіння різними біологічно активними речовинами на активність окисно-відновних ферментів (каталази, пероксидази, поліфенолоксидази) в рослинах пшениці озимої та сої. Досліджено, що інокуляція насіння біологічно-активними речовинами в значній мірі впливає на процеси метаболізму в рослинах пшениці озимої та сої, посилює процеси окисно-відновного характеру дії. Найбільша активізація антиоксидантних процесів відбувається в результаті інокуляції насіння біологічними препаратами Наноактиватор та Біокомплекс АТ. Біологічні препарати в кінцевому результаті підвищують врожайність досліджуваних культур та покращують їх якісні показники.

**Ключові слова:** інокуляція, ферменти, біологічно-активні речовини, пшениця озима, соя.

**І. Б. Леонтюк**

кандидат с.-г. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

**О. В. Голодрига**

кандидат с.-г. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

**А. І. Заболотний**

кандидат с.-г. наук, доцент кафедри біології Уманського національного університету садівництва

### ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ КЛАССА ОКСИДОРЕДУКТАЗ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ И СОИ

**Аннотация.** Представлены результаты исследований по изучению влияния инокуляции семян различными биологически активными веществами на активность окислительно-восстановительных ферментов (каталазы, пероксидазы, полифенолоксидазы) в растениях пшеницы озимой и сои. Доказано, что инокуляция семян биологически активными веществами в значительной степени влияет на процессы метаболизма в растениях пшеницы озимой и сои. Наибольшая активизация антиоксидантных процессов происходит в результате инокуляции семян биологическими препаратами Наноактиватор и Биокомплекс АТ. Биологические препараты в конечном результате повышают урожайность исследуемых культур и улучшают их качественные показатели.

**Ключевые слова:** инокуляция, ферменты, биологически активные вещества, пшеница озимая, соя.

**I. B. Leontyuk**

PhD of agricultural sciences, associate professor the department of biology Uman National University of Horticulture

**O. V. Golodriha**

PhD of agricultural sciences, associate professor the department of biology Uman National University of Horticulture